

Régulation naturelle des ravageurs des céréales: mise en route d'un stage de Master dans une région agricole du Bénin

Rapport de mission effectuée au Bénin

(12 au 25 juillet 2013)



P. Silvie

CIRAD, UPR SCA (102)

Remerciements

Il n'est pas si aisé aujourd'hui d'effectuer des missions en Afrique sub-saharienne. C'est pourquoi je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé à organiser puis à réaliser cette mission, en particulier Philippe Menozzi (entomologiste, correspondant du CIRAD au Bénin) et Joël Huat (agronome CIRAD, responsable du projet RAP), tous deux en poste à AfricaRice, ainsi que Marco Wopereis (Directeur général adjoint et Directeur de la recherche pour le Développement, AfricaRice). Je remercie également Sa Majesté (Dr. Cyrille Adda, entomologiste, chercheur associé AfricaRice) de nous avoir accompagné durant la mission et ainsi, par sa grande connaissance du terrain et des hommes, d'avoir contribué à l'installation harmonieuse de Robin Drieu à Pélébina. Merci à Georg Goergen (entomologiste taxonomiste, IITA) de nous avoir reçu à Cotonou dans son laboratoire, la plus grande collection d'Insectes d'Afrique de l'Ouest.

Enfin, je remercie Florent Maraux (Directeur de l'UR SCA, CIRAD, Montpellier, France), François-Régis Goebel (entomologiste, animateur de l'équipe Carabe, UR SCA, CIRAD, Montpellier) de la confiance accordée dès le début du projet de stage, et Anne-Laure Fruteau de Laclos, qui a géré le stress de dernière minute pour les affaires administratives.

Grand merci à toutes les personnes rencontrées pour leur gentillesse et leur disponibilité ainsi qu'à toutes les institutions qui ont contribué à la bonne réalisation de cette mission.

La tournée de sept jours de terrain a été réalisée grâce aux bons soins de AfricaRice qui a mis à ma/notre disposition un véhicule et un excellent chauffeur, M. Nourrou Dine Dogbè.

Résumé (base de données Agritrop du CIRAD)

L'objectif principal de la mission réalisée au Bénin du 12 (arrivée) au 24 (départ) juillet 2013 était l'installation de l'étudiant Robin Drieu (École SupAgro, à Montpellier), dans la zone d'étude (Village de Pélébina, situé à 30 km au sud de Djougou). Le stage de type Master est intitulé : Caractérisation de la régulation naturelle des ravageurs des céréales dans une région agricole du Bénin. L'objectif 'technique' principal consistait à visiter les deux périmètres rizicoles (bas-fond) sélectionnés par les collègues du Bénin, à Pélébina et Zonmon, afin d'apporter un appui entomologique aux stagiaires. Un arrêt-visite d'une matinée sur le second périmètre a ainsi été programmé lors du retour à Cotonou pour rencontrer sur le terrain la stagiaire Johanna Goossens, élève ingénieure de l'école suisse Hépia. Les premières journées passées à Cotonou furent consacrées aux aspects « contacts et communications », avec une visite à AfricaRice (Abomey-Calavi). Les activités en dehors de Cotonou furent réalisées avec Sa Majesté, le Roi de Paouignan (Dr. Cyrille Adda, entomologiste AfricaRice). Après un voyage de plus de 450 km et l'arrivée à Djougou le mardi 16 juillet, les derniers achats indispensables à l'installation dans la maison de village louée ont été faits, une réunion d'information et d'échanges a été réalisée avec les autorités coutumières afin de présenter officiellement Robin. Puis une visite du périmètre a été réalisée la dernière fin de semaine avec l'assistant local de Robin, un étudiant en seconde année de géographie. Au retour, un arrêt a été fait à Zagnanado pour visiter le dispositif de la stagiaire basée dans cette localité. La mission, tout comme le stage, a bénéficié d'un fort soutien d'AfricaRice (dont véhicule + chauffeur).

Sommaire

Introduction : antécédents	4
Objectifs, déroulement et financement de la mission	6
Intitulé et objectifs du stage.....	6
Installation finale de Robin Drieu à Pélébina.....	7
Visites des bas-fonds rizicoles	9
Conclusions	23
ANNEXE 1 Rappels sur la thématique 4	24
ANNEXE 2 Déroulement de la mission.....	25
ANNEXE 3 Localisation du bas-fond de Pélébina	26

Introduction : antécédents

La réalisation au Bénin du stage de césure (équivalent Master) de M. Robin Drieu, étudiant ingénieur agronome à l'École SupAgro, à Montpellier, est l'aboutissement d'un cheminement.

Celui-ci a démarré par une mission exploratoire réalisée du 30 novembre au 12 décembre 2011, mission financée par France Coopération, avec un appui d'AfricaRice pour une visite de terrain (cf. Silvie, P. 2011. *La Recherche sur les problèmes phytosanitaires du riz au Bénin, thématiques et actions de collaboration en entomologie entre institutions*. Rapport de mission effectuée au Bénin, Doc. CIRAD, 33 p.).

Dans le rapport de cette mission, il était précisé que les activités d'entomologie à AfricaRice étaient affiliées au Thème 3 du CGIAR Research Programme (CRP) GRISP (*'Ecological and sustainable management of rice-based production systems'*) et que Ph. Menozzi et ses partenaires d'AfricaRice avaient rédigé une proposition de projet soumise à l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA).

Ce projet, intitulé *'Tracking migration of two pests, Helicoverpa armigera (Lepidoptera, Noctuidae) in Benin and Orseolia oryzivora (Diptera, Cecidomyiidae) in Nigeria, using stable isotopes'* ainsi qu'un autre projet, intitulé *'Effect of climate change (CC) on rice stem borers' complex and their natural enemies in West and East Africa'*, n'ont malheureusement pas été retenus à ce jour. Le second projet devait être présenté dans le cadre du CRP *'Climate change agriculture and food security'* (CCAFS).

Malgré cela, la collaboration avec AfricaRice s'est poursuivie avec :

- la participation à la première conférence internationale sur les systèmes de production rizicole biologique, tenue à Montpellier (France) du 27 au 30 août 2012 (*Nonchemical methods for insect pest management of rice crop in Africa*, p.60-62) ;
- la réalisation d'une synthèse collective, publiée en 2013 dans la revue Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement (*Limites du riz Bt dans le contexte entomologique de la riziculture en Afrique sub-saharienne et à Madagascar (synthèse bibliographique)* 17 (2) : 407-415) ;
- la participation à la 9^{ème} conférence du groupe de travail de l'OILB sur la protection intégrée des denrées stockées (*Effectiveness of essential oils of Eucalyptus camaldulensis and Cymbopogon citratus in protecting stored rice against Sitophilus oryzae and Sitotroga cerealella*), réunion tenue à Bordeaux.

Dans le rapport de mission de 2011, il était suggéré de développer la thématique portant sur la régulation naturelle et l'approche 'écologie du paysage' (*Landscape ecology*) (Cf. Annexe 1).

Le travail de recherche proposé dans le stage de Master qui commence au Bénin en juillet 2013 constitue donc une suite logique à la collaboration établie entre les chercheurs basés au Bénin et ceux du CIRAD à Montpellier. Il entre dans le cadre des activités du projet RAP¹ (phase 2) d'AfricaRice coordonné par Joël Huat, Composante 3 (Milestone GRISP : 3.3.4.4 : *Prototype integrated management strategies for ecological intensification and diversification of peri-urban rice-vegetable systems identified*).

Joël Huat (agronome CIRAD) et la Doctorante qu'il encadre ont repéré le village de Pélébina (9°28'20"N et 1°38'17"E) situé à 28,5 km au sud de Djougou sur la RNIE 3 (cf. carte figure 1). Le bas-fond rizicole voisin a été identifié comme très intéressant du fait de la grande diversité de cultures rencontrées.

D'autres travaux de la Doctorante portent sur un autre bas-fond situé à Zonmon, près de Zagnagnado, dans une région d'écologie très différente. Une stagiaire de l'école suisse Hépia est également présente à Zonmon, ce qui a motivé notre intérêt pour y réaliser quelques observations complémentaires lors de la mission, sur la route du retour.

Tous les travaux envisagés entrent également dans le cadre des activités du Dispositif de recherche et d'enseignement en partenariat DIVECOSYS du CIRAD et ses partenaires.

Figure 1. Carte du Bénin avec localisation des bas fonds rizicoles de Pélébina (P) et de Zonmon (Z)



¹ Realizing the agricultural potential of inland valley lowlands in sub-Saharan Africa while maintaining their environmental services

Objectifs, déroulement et financement de la mission

Les objectifs de la mission étaient d'accompagner l'installation finale de Robin Drieu dans le village de Pélébina et de visiter les zones d'étude citées antérieurement. En effet, une mission préalable réalisée par Philippe Menozzi et Cyrille Adda avait bien balisé le terrain.

Le déroulement chronologique de la mission est présenté en Annexe 2. Après diverses formalités, visites et courses faites à Cotonou en début de mission, nous avons rejoint le mardi 16 juillet Sa Majesté au Palais de Paouignan. En effet, notre collègue Dr. Cyrille Adda, entomologiste d'AfricaRice, a été désigné par l'oracle et intronisé le 14 juillet 2013 comme Roi de Paouignan, une communauté de 40 000 âmes dans le département du Zou. Nous avons ainsi pu bénéficier de sa clairvoyance dans les relations humaines et de l'aura accompagnant cette désignation, qui a rejailli sur nos modestes personnes.



Réception de Robin Drieu et Pierre Silvie au Palais du Roi de Paouignan, Dr. Cyrille Adda

Le programme a pu être réalisé sans aucun incident, avec un fort appui opérationnel d'AfricaRice qui a mis à notre disposition un véhicule (avec combustible) et un chauffeur pour cette tournée de terrain de sept jours. Ma mission a été financée par le CIRAD à partir de la France.

Intitulé et objectifs du stage

Le stage est intitulé :

Caractérisation de la régulation naturelle des ravageurs des céréales dans une région agricole du Bénin

L'hypothèse sous-jacente au travail proposé est que deux types de facteurs peuvent conditionner le service de régulation naturelle des ravageurs :

- (i) à l'échelle de la parcelle cultivée, de facteurs « endogènes » en lien avec les pratiques culturales (variété, date de semis, association de culture etc.) et leur histoire (rotation, qualité du sol,...) ;
- (ii) au sein d'un territoire agricole, de facteurs environnementaux « exogènes » liés à la localisation de la parcelle dans le paysage et en particulier sa position

relative par rapport aux éléments constitutifs du paysage local (cultures, arbres, etc.).

La région d'étude ainsi que le paysage choisi, un bas-fond rizicole, étant pratiquement inconnu, notamment au plan entomologique, il a été décidé de caractériser dans un premier temps le service éco-systémique de régulation naturelle. A court terme, il s'agit d'établir un inventaire qualitatif et quantitatif des insectes des céréales (Lépidoptères des tiges et des épis notamment), de la faune utile (prédateurs, parasitoïdes) et des éventuels pathogènes qui contribuent à la régulation naturelle des bio-agresseurs présents sur des céréales cultivées (riz, sorgho, maïs). Cet inventaire sera relié à celui de leurs plantes-hôtes sauvages (graminées, cyperacées, typhacées principalement) présentes dans un paysage où ces plantes cohabitent.

L'objectif à plus long terme est de caractériser les facteurs qui contribuent le plus efficacement à la régulation naturelle des populations de ravageurs dans l'écosystème choisi afin de proposer des améliorations aux systèmes de culture existants.

Installation finale de Robin Drieu à Pélébina

L'installation 'physique' de Robin s'est faite de manière progressive. Ph. Menozzi et C. Adda avaient loué une maison composée de deux chambres et d'un grand salon, situé en bord de route (RNIE 3) à Pélébina, près d'une antenne. C'est dans ce village éloigné de 28.5 km de Djougou que Robin a pu finalement s'établir le dimanche soir 21 juillet, après l'achat de divers équipements et de l'engin (moto achetée par AfricaRice) permettant les différentes liaisons.



La maison est spacieuse, et le réfrigérateur acheté à Cotonou par Ph. Menozzi a pu être installé dans la seconde chambre. Celle-ci peut héberger des hôtes de passage moyennant l'achat complémentaire d'un matelas. Les protections anti-moustiques d'usage ont été installées à l'extérieur (fenêtres) comme à l'intérieur (moustiquaire imprégnée sur le lit).





Le matériel manquant à compléter avec le temps sera une table (coin cuisine) et peut-être d'autres étagères.

Il n'y a pas d'eau courante et la douche doit être carrelée. Le propriétaire réside à Parakou, il doit remettre le double des clés de la serrure de la porte d'entrée qui n'a donc pas été changée.



La moto peut être gardée à l'intérieur durant la nuit. C'est l'assistant de Robin, Djibril Sama, qui la conduira (deux casques livrés à l'achat).

Cette habitation constitue un laboratoire de campagne très opérationnel, car elle dispose de l'électricité (système de carte pré payée). Il sera donc possible d'y installer la loupe binoculaire et l'éclairage par fibres optiques proposés par Ph. Menozzi.

La maison se situe dans un groupe d'habitations voisines et la sécurité paraît donc optimale. La sauvegarde du matériel collecté doit néanmoins être de rigueur, dès que possible. Robin Drieu a prévu une sauvegarde informatique automatique de ses données.

En parallèle aux derniers préparatifs de son installation 'physique', une présentation de Robin et du travail envisagé a été faite aux autorités locales. Après consultation du chef de village, et sur sa proposition, il a été décidé d'organiser une réunion d'information dans une salle de l'école du village, suivie d'une collation, après la rupture du jeûne, le vendredi en fin de journée.

Près de 25 participants (dont deux femmes) nous ont rejoints. Le Roi de Paouignan a ainsi pu saluer son confrère de Pélébina (cf. photo). Ce n'est qu'après cette présentation officielle de nos personnes et des travaux à réaliser que nous avons parcouru les champs. Il n'y a pas eu de questions posées sur d'éventuelles compensations financières dues à des prélèvements de matériel végétal (un épi de maïs grillé coûte 75 cfa au marché). Nous avons présenté l'étude comme devant faciliter une réduction de l'usage des pesticides.



Photo de groupe des participants à la réunion de présentation officielle des intervenants

Visites des bas-fonds rizicoles

Pélébina

Description sommaire

Conformément au schéma présenté dans le rapport BTOR (*Back To Office Report*) de Ph. Menozzi et C. Adda (daté du 7 juillet 2013), l'alignement géographique du bas-fond se fait selon un axe Ouest-Est, quasiment perpendiculaire à l'axe de la route RNIE 3. Il est ainsi possible de distinguer une partie Nord d'une partie Sud, par laquelle nous sommes arrivés en voiture, le long d'un chemin carrossable qui rejoint presque l'extrémité du bas fond. L'Est est facilement repérable grâce à la présence des antennes de Pélébina. La pente est progressive vers l'Est et les parties cultivées vont en s'élargissant. Des lignes de palmiers permettent de prendre des repères. Côté Ouest, le bas fond se termine par deux casiers de riz et un coin de préparation de charbon de bois.

La séparation Nord-Sud est matérialisée par un canal bien visible, grâce à une bonne pluie tombée dans la nuit du samedi au dimanche (cf. photos).



Vu du 'canal' de séparation des parties Nord et Sud avec vue vers l'Est (à gauche) et l'Ouest (à droite)

Il est possible de prendre de bons repères avec les palmiers présents, comme sur les vues ci-après, l'une prise à partir de la partie Sud (photo à droite), l'autre de la partie Nord (à gauche), les deux vues étant dirigées vers l'Est.



Les diguettes principales permettent de traverser les divers casiers bien identifiés de



la rizière. Deux diguettes latérales, peu consolidées, longent l'ensemble du bas-fond.

A partir de cet axe Ouest-Est, et en partant des deux derniers casiers du bas, il doit être possible d'identifier précisément chaque casier (fond de rizière) ou champ (localisés de part et d'autre, à des hauteurs variables). La précision du GPS était de

5-7 m, et les différentes cultures sont portées par des champs de tailles relativement grandes (plus de 100 m² à un hectare ou plus, selon la position).

La seule association de culture rencontrée était celle de l'igname et du maïs. Les buttes d'igname sont suffisamment hautes et espacées et devraient pour voir détectées dans les images satellites.

Le recensement des divers champs cultivés et leur géo-localisation apparaît de fait moins complexe que ce que nous avons vu au Kenya, sans doute en lien avec une pression foncière moins grande (densité de population de 30 hab/km² dans la littérature).

La présence de riz plus développé a été constatée en bordure de bas fond (photo, à droite). C'est sur ces parcelles que des observations ont pu être faites, directement, ou par fauchages, bien adaptés à ce type de plante.



Ravageurs observés/culture

- Foreurs de maïs



Les insectes foreurs de tiges constituent le principal groupe d'intérêt pour l'étude envisagée. Malheureusement, sur l'ensemble des tiges de maïs observées à différents étages du bas fond, maïs associé ou non à l'igname, il n'a été possible de ne retrouver qu'une seule tige attaquée par un foreur (trous d'entrée sur photo, à gauche) dont l'adulte avait déjà quitté la tige (trou de sortie en haut, photo à droite). La chrysalide vide, présente dans la tige, a été conservée pour identification. Une chenille rose a été rencontrée sur un épi (identifiée comme *T. leucotreta* par Dr. Adda).



Mais les principaux dégâts visibles sont occasionnés par les Oiseaux (cf. photo).

- Foreurs du riz

Au stade végétatif où se trouve le riz, il a fallu l'œil exercé du Dr. Cyrille Adda pour détecter les 'cœurs blancs', dégâts typiques des foreurs de tiges du riz (flèches rouges sur la photo).



L'arrachage de ces cœurs morts a permis de retrouver une larve de *Maliarpha separatella* (identification: Dr. Adda) et de Diopsidae. Le nombre de ces cœurs morts va permettre d'effectuer des comptages intéressants pour déterminer le pourcentage de pieds attaqués. Par ailleurs, le fauchage du champ de riz a permis de récupérer de nombreux insectes de la famille des Diopsidae. Un fauchage quantitatif (20 coups de filet fauchoir par exemple) permettra de déterminer la proportion de chacune des espèces du genre *Diopsis*.

Sur les herbes hautes des parties non cultivées ainsi que sur le riz ont été observées de nombreuses larves du criquet puant, *Zonocerus variegatus* (cf. photo de couverture, en haut, à gauche).

La culture de cotonnier est effectuée bien plus haut dans le bas-fond. Les plants sont encore jeunes et seules des attaques de *Acrocerops* ont été observés à ce stade. Aucun dégât n'a été vu sur les ignames. En revanche, le niébé est présent dans le bas-fond à divers étages, y compris tout près de la rizière, et à divers stades (récolté déjà faite, gousses vertes encore présentes).

Cette plante est bien attaquée par la même chenille déjà observée par Ph. Menozzi et C. Adda début juillet. L'adulte sorti (observé au laboratoire de P. Menozzi, à Cotonou) ressemble à un *Maruca vitrata* mais le Dr. Tamo (IITA) confirmera cette identification car la chenille ne présente pas la coloration rayée typique.

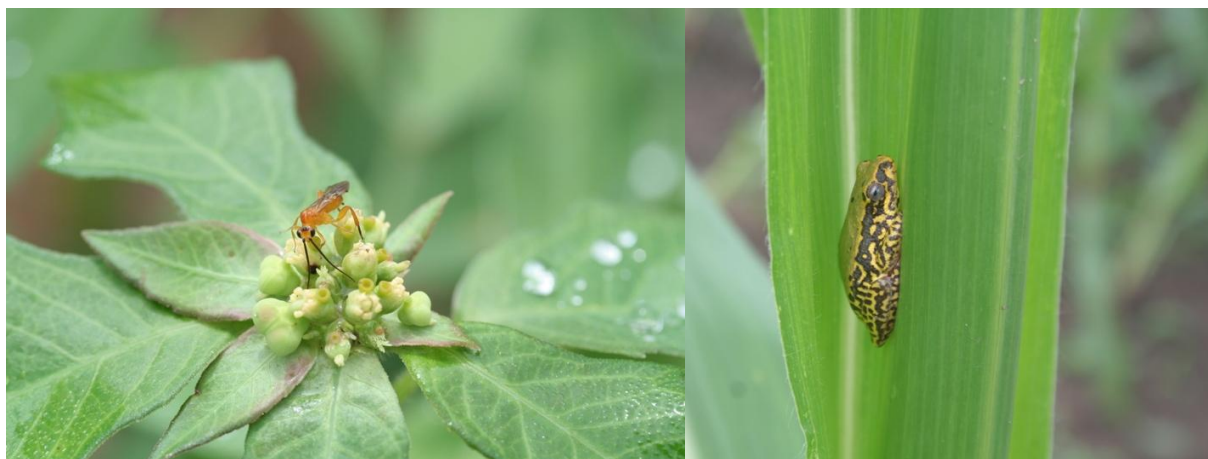


De très nombreux insectes sont par ailleurs présents sur le niébé, comme ce Lycidae coloré en orange et noir (cf. photo) ou des Vespidae, des abeilles, sans doute attirés par les exsudats de la plante. Le niébé fait l'objet de traitements chimiques (brûlures de feuilles constatées) sans doute à partir de produits provenant de la culture du cotonnier (à vérifier).

Ennemis naturels

La régulation naturelle effectuée par des insectes prédateurs a été observée dans ce milieu. Ainsi, de nombreux Reduviidae sont observés sur le riz déjà avancé. Par chance, nous avons pu photographier un cas de prédation d'adulte de Diopsidae par un Diptère de la famille des Asilidae (cf. photo de couverture, en bas, à gauche), que G. Goergen (IITA) a identifié comme appartenant au genre *Promachus*. Aucun des ouvrages de base consultés² n'a mentionné ce type de prédation.

La coccinelle *Cheilomenes sulphurea* est une espèce très commune en Afrique subsaharienne, elle est fréquemment observée à Pélébina, sur la plupart des cultures, souvent liée aux colonies de pucerons (présents sur maïs).



Il sera important de ne pas négliger les plantes hôtes secondaires comme les fleurs d'*Euphorbia heterophylla* qui peuvent alimenter des Braconidae parasitoïdes (photo, à gauche). Sur le niébé, des hyménoptères parasitoïdes (Braconidae rouge à longue

² Heinrichs, 1994. Biology and management of rice insects. IRRI, 794p.; Pathak & Khan, 1994. Insect pests of rice, IRRI, Icipe, 89 p.; Heinrichs & Barrion, 2004. Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa. Biology, ecology, identification, IRRI, 242p.

tarière) sont également très présents. Leur rôle n'est pas connu, mais ils peuvent être récoltés, leur insecte hôte pouvant être retrouvés par ailleurs. Une forte population de batracien (grenouilles jaunes) a été également observée dans les feuilles enroulées du maïs (photo).

Remarques

Au stade de développement des cultures rencontrées sur le terrain, les observations peuvent être orientées de la façon suivante :

- Méthodes d'observations entomologiques
 - Directe (maïs, riz) : qualitatives et quantitatives

Une fois les observations directes, de nature plutôt qualitative, réalisées, pour avoir une bonne idée des insectes représentant les différentes familles d'intérêt (biodiversité fonctionnelle) il sera important de mesurer les pourcentages de plants infestés par les foreurs, la nature de ceux-ci et les pourcentages de parasitisme des différents stades de développement. Dr. Adda a indiqué sur le terrain la méthode d'échantillonnage adoptée par IITA (sur le maïs) légèrement différente de celle (IRD/Icipe) adoptée au Kenya qui est mentionnée dans le sujet de stage. Les observations faites lors de la visite ont montré un très faible taux d'infestation. Il sera néanmoins important d'effectuer ces mesures dans toutes les parcelles de maïs géo-localisées de ce bas-fonds. L'observation directe peut également permettre d'observer (avec prélèvement pour identification) les adultes des lépidoptères présents sur les cultures, tels ce Crambidae (photo) qui n'a pas pu être déterminé par B. le Rû (IRD).



De la même façon, les taux d'infestation des tiges de riz par les larves (de Diopsidae, de *Maliarpha separatella* ou d'autres foreurs) doit être déterminé. Un comptage précis des tiges infestées pourra être effectué sur les parcelles les plus avancées (parties latérales), en attendant la croissance du riz des casiers du bas-fond. La méthodologie adoptée par les chercheurs de AfricaRice a été décrite dans le sujet de stage. Elle est en principe appliquée dans les deux *hubs* (zones écologiques) du réseau de champs suivis dans 15 pays par cette institution. Au Bénin, ces deux zones sont Mallanville et Glazoué. Rappelons également ici que Togola *et al.* (2011)³ ont étudié les Diopsides dans la région sud.

Comme recommandé par Dr. Adda, il est indispensable de tirer légèrement les tiges (cœurs blancs) afin de détecter l'éventuelle présence des larves ou de pupes et de les élever sur des morceaux de tiges afin d'obtenir tout parasitoïde présent. La

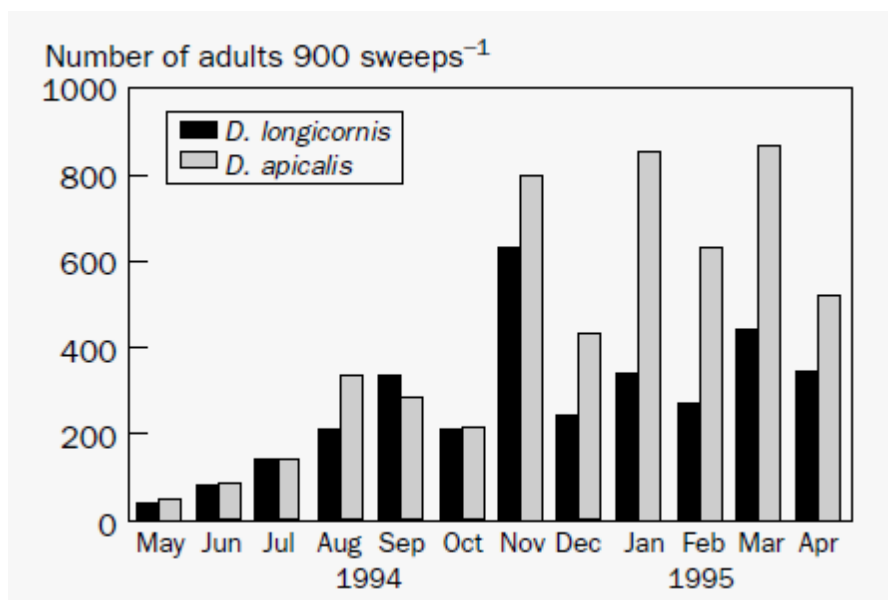
³ Togola A. *et al.*, 2011. Sédentarisation des populations des mouches Diopsides dans les agro-systèmes rizicoles au Bénin. *Tropicultura* 29, 101-106.

présence d'œufs de Diopsidae doit faire l'objet d'une observation spécifique. Ils seront prélevés et mis en observation pour mesure du taux de parasitisme.

- Fauchage (avec filet) du riz et des Graminées

Le fauchage est une technique qui s'est révélée intéressante pour recueillir sur les Poaceae divers ravageurs potentiels du riz, comme le criquet puant *Zonocerus variegatus* et les insectes réputés vecteurs de virus dont celui de la panachure jaune du riz (coccinelles *Chnootriba similis*, chrysomèles, acridiens, Cicadellidae). La technique permet également de recueillir avec l'aspirateur à bouche des micro-hyménoptères parasitoïdes, mais leur étude complète ne saurait être faite durant le stage. Ils seront conservés en alcool et si des parasitoïdes sont obtenus à partir des élevages de larves, il pourra être utile de les rechercher dans les prélèvements par fauchage.

Sur le riz, elle permet de capturer de nombreux adultes de Diopsidae. Elle pourra donc être employée pour caractériser l'abondance des diverses espèces de *Diopsis* présentes. Non prévue initialement, cette méthode doit être standardisée. Ainsi, le nombre de coups de filets doit être précisé. La littérature fournie à



Robin donne quelques exemples : 900 coups de filet au total, dans la figure jointe, mais il est possible d'en faire moins. Dans leur dispositif statistique implanté en Côte d'Ivoire, Oyediran *et al.* (1999)⁴ ont par exemple adopté 25 coups de filet fauchoir par parcelle expérimentale. Les dégâts constatés étaient plus importants dans les écologies de bas-fond que dans la culture de plateau.

Le fauchage d'autres graminées sera intéressant à pratiquer, de même que la recherche des cœurs morts. Pour l'identification de ces Graminées, les consignes de Pascal Marnotte (CIRAD) sont de :

- Disposer d'une vue générale de la parcelle ;
- Photographier en macro les bases des feuilles, zones d'attache de celles-ci sur la tige principale ;
- Observer, photographier et recueillir (herbier) les inflorescences.

⁴ Oyediran I.O. *et al.* 1999. Abundance of rice arthropods and weeds on the continuum toposequence in a West African inland valley. *Insect Sci. Applic.* 19, 109-119.

Les plantes 'de brousse' pourront être conservées en herbier et étudiées à Cotonou.

- Insectes prédateurs et parasitoïdes

Ces insectes sont au cœur de la régulation naturelle des insectes phytophages. Heinrichs & Barrion (2004, cité page 13) mentionnent ainsi (tableau 6, pages 87-92) de rares observations d'insectes prédateurs d'œufs (punaise Anthocoridae du genre *Orius*) et de larve de Diopsidae (une autre espèce de Diopsidae) ainsi qu'une gamme plus importante d'espèces parasitoïdes⁵.

Ainsi, des Trichogrammatidae sont signalés comme parasitoïdes d'œufs.

Les familles des Eulophidae (genre *Neotrichoporoides* et *Tetrastichus*) sont signalées comme parasitoïdes de larves de Diopsidae. Les espèces de parasitoïdes de pupes appartiennent aux familles des Braconidae (*Opius annulicornis*), Diapriidae, Eulophidae (genres *Aprostocetus*, *Neotrichoporoides*, *Pediobius*, *Tetrastichus*), Eupelmidae, Eurytomidae. Un Chalcididae (*Dirhinus garouae*) est également mentionné sans autre précision.

Une grande partie de ces observations proviennent des études de Descamps (1956) réalisées au nord du Cameroun. Au Bénin, Heinrichs & Barrion (2004) rapportent des observations de Brenière (1983) : *Aprostocetus brevistylus* (Eulophidae), *Eupelmella predatoria* (Eupelmidae), issus de pupes de *Diopsis longicornis* et *Trichogramma ethiopicum* (Trichogrammatidae) provenant d'œufs de la même espèce de Diopsidae.

Au Bénin, il existe donc très peu d'observations (quantitatives, notamment) sur le parasitisme des œufs, des larves ou des pupes de Diopsidae. Cet aspect peut être considéré comme étude prioritaire à ce stade de développement du riz.

- Groupes entomologiques préférentiels à photographier (avant capture)

La régulation naturelle des ravageurs étant au cœur du sujet, et la faune entomologique du bas-fond étant peu connue il conviendra que Robin mette ses grandes qualités de photographe d'insectes au service des groupes suivants :

- Odonates (libellules) (capturés au filet à papillons);
- Coccinellidae ;
- Syrphidae ;
- Mantidae ;
- Chrysopidae, Hemerobiidae ;
- Mantispidae (prédateurs) ;
- Reduviidae (filet fauchoir ou visuel);
- Carabidae (une espèce a été observée sur les tiges de riz) (fauchoir ou visuel);

⁵ Les noms latins cités dans ce rapport ne sont pas forcément actualisés (noms mentionnés dans l'article).

- Microhyménoptères et tout Hyménoptère de type parasitoïde (tarière chez les femelles) comme ceux observés sur le niébé (fauchoir ou visuel).

Pour les insectes phytophages ou vecteurs de virus, je suis plus réservé sur le cas des Acridiens (criquets et sauterelles), à cause notamment de leur conservation qui nécessite, pour les grosses espèces, de vider l'abdomen. Néanmoins, des clichés peuvent être intéressants à faire, et en particulier si des cas de prédation (signalés dans la littérature pour le genre *Conocephalus*) sont directement observés.

Pour les insectes phytophages, ce sont les Cicadellidae, Delphacidae, et autres Cercopidae (cas de *Locris maculata*) pour lesquels une collection (quasi académique) de clichés est intéressante à établir (type ouvrage de Wilson & Claridge, 1991, *Handbook for the identification of leafhoppers and planthoppers of rice*, vu à IITA).

- Collections IITA et bibliographie

G. Goergen (IITA) dispose à Cotonou de nombreuses boîtes entomologiques qui permettent l'identification de plusieurs espèces de toutes les familles d'insectes citées dans ce rapport. Une abondante bibliographie est également disponible à travers Georg. Robin devra effectuer un séjour à l'IITA pour bénéficier des conseils de Georg et analyser les prélèvements faits à Pélébina. La plupart des insectes seront remis à ce laboratoire de faunistique pour conservation. Nous verrons comment répartir les échantillons en fonction des besoins des divers taxonomistes.

- Mycoses (dans le futur ?)

Avec l'avancée de la saison des pluies, il est possible que des mycoses soient observées, comme cela a été le cas dans le passé, dans d'autres localités du Bénin. Les champignons entomopathogènes contribuent à une très forte régulation des populations de ravageur dans certains cas. Les insectes infectés par le groupe des Entomophthorales sont aisés à observer car souvent fixés aux plantes de manière caractéristique (cf. photos).



Exemples d'insectes vus morts de mycose (*Z. variegatus* adulte, sur maïs, à gauche, et Cicadellidae sur riz, à Ina, à droite). Clichés pris lors d'une tournée réalisée au Bénin en 1995.

Zonmon

Description sommaire

Le périmètre cultivé de Zonmon est très différent du bas-fond quasiment rectangulaire de Pélébina. Il s'agit d'une large plaine pouvant être inondée.



Johanna Goossens a trouvé des images intéressantes sur internet qui précisent un peu mieux le contexte géographique. Ses travaux de pédologie portent sur l'analyse d'un transect topographique, dont la partie haute (cf. photo) permet d'avoir une vision globale de la plaine, située en contrebas, à travers les palmiers à huile. Sur les bords du bas-fond, sont cultivées diverses plantes dont celles qu'elle étudie d'un point de vue entomologique, l'aubergine 'gboma' et le crin crin (*Corchorus olitorius*).



Dans la plaine, une partie du riz a été récolté alors que subsistent encore quelques parcelles vertes de riz, protégées des oiseaux par des filets (et des gardiens).



Une forte biomasse est observée en lien avec une hygrométrie élevée, qui permet le développement de champignons pathogène sur le riz, comme *Ustilaginoidea virens* identifié sur épi par C. Adda (cf. photos).



La conformation des casiers est difficile à percevoir lorsque les diguettes sont envahies de végétation.

Ravageurs observés/culture

Sur le maïs, Dr. Adda a identifié plusieurs foreurs comme *Eldana saccharina*, *Thaumatotibia leucotreta* et *Sesamia calamistis* (photo), rencontrés principalement dans les épis. Ce milieu apparaît beaucoup plus favorable à l'étude des foreurs sur maïs.

Néanmoins, comme à Pélébina, certaines tiges de riz sont infestées par des chenilles (identifiées comme *Maliarpha separatella*, cf. photo couverture, en haut, à droite), ce qui a laissé entrevoir le symptôme de panicule blanche.



Nous n'avons observé aucune chenille sur *Corchorus olitorius* ni sur l'aubergine. En revanche, des dégâts foliaires sont bien constatés, avec une variété plus attaquée que l'autre. Ainsi sur la photo de droite, les deux premiers plants situés sur la ligne de gauche apparaissent presque effeuillés en comparaison aux plants voisins.



Un producteur nous a déclaré que pourtant, c'est cette variété (sensible) dont le « gluant » (sauce) est le plus apprécié des consommateurs.

Cela explique sans doute son association avec l'aubergine, surtout dans les parties visitées en hauteur où l'aubergine est protégée par des insecticides chimiques (Lambdacal®). Des plants isolés de crin crin sont ainsi rencontrés protégés par les traitements effectués (cf. photo). Dans toutes les parcelles visitées, les pièges à fosse ('pitfall traps') sont placés sur un sol nu (flèche rouge sur la photo).



Culture d'aubergines avec protection chimique (partie haute du transect)

Ennemis naturels

Des punaises Reduviidae ont été observées, mais le principal ennemi naturel de *Acraea eponina* a été un parasitoïde dont le cocon suspendu, d'aspect parcheminé, est caractéristique (cf. photo de couverture, en bas, à droite). D'après la littérature⁶ il pourrait s'agir d'un Ichneumonidae Campopleginae du genre *Charops*. Les auteurs nigériens ont également recensé un Diptère Tachinidae (*Carcelia* (*Caricellia*) *normula*). Ils citent un article de Duodu & Lawson (1983)⁷ qui ont relevé les ennemis naturels d'*Acraea eponina* (*A. terpsicore* dans l'article original) au Ghana, dont *Charops diversipes*. La thèse de Pierre (1983) est également citée comme source d'informations sur la biologie de l'insecte. Certaines espèces du genre *Charops* ont été obtenues à partir d'hôtes comme des Noctuidae (*Helicoverpa armigera*) ou des Pyralidae connus comme ravageurs du riz (*Cnaphalocrocis medinalis*, *Scirpophaga incertulas*)⁸.

Des cocons comme ceux observés *in situ* ont par ailleurs été obtenus en élevage à Cotonou, par Ph. Menozzi, et à Zagnanado par Johanna. Il sera intéressant d'élever de façon séparée les cocons récupérés au champ pour savoir si des hyperparasitoïdes (peut-être une forme d'indicateurs de 'qualité' des réseaux trophiques) sont présents dans ce milieu. Duodu & Lawson (1983) signalent au Ghana comme hyperparasites le Chalcididae *Brachymeria feae* et l'Eulophidae *Pediobius taylori*. G. Delvare (CIRAD, comm. pers.) espère que nous trouverons *Brachymeria marmonti*, donc tous les *Brachymeria* sont à conserver en alcool absolu pour séquençage.

La dynamique annuelle de *A. eponina* n'est pas connue dans la localité de Zonmon.

Remarques

Durant la visite du mardi 23 juillet, les consignes relevant de la pose et du suivi des pièges à phéromones ont été données à Candide Vihouedelly, étudiant bachelier assistant de Johanna Goossens. L'objectif du piégeage est de disposer d'un élément de comparaison avec le bas-fond exploré à Pélébina. La présence d'adultes mâles des espèces *Busseola fusca*, *Sesamia calamistis* et *S. nonagrioides*, *Maliarpha separatella* et *Chilo partellus* est recherchée dans ces pièges.

Quelques remarques complémentaires peuvent être faites sur les observations entomologiques prévues. Un dispositif de trois traitements (crin crin seul, crin crin associé à l'aubergine, aubergine seule) a été envisagé, avec trois répétitions, mais sur le terrain, on ne peut réellement considérer qu'en dehors de cette variation, 'toutes les choses sont égales par ailleurs'. A cause de contraintes de terrain (pas

⁶ Matanmi & Hassan 1987. The life history and habits of *Acraea eponina* (Cramer) with notes on *Acraea acerata* Hewitson (Lepidoptera, Nymphalidae). *Revue de Zoologie africaine*, 101, 371-377.

⁷ Duodu & Lawson, 1983. *Entomophaga*, 28 (3), 271-276.

⁸ Choi & Lee, 2008. Taxonomic study of the genus *Charops* Holmgren (Hymenoptera: Ichneumonidae: Campopleginae) from the Eastern Palaearctic Region. *Entomological Research*, 38, 157-164.

assez de cultures), les parcelles visitées 1 et 2 ont été choisies très proches l'une de l'autre. La parcelle crin crin seul ne comprend que peu de plants (cf photo), et le passage de parasitoïdes de l'une à l'autre est très probable.

De plus, les modalités de culture et de protection de l'aubergine sont différentes, selon que l'on se trouve dans la partie basse ou en haut.



Culture d'aubergine en planches (partie basse du transect)



Parcelle 1 de crin crin seul.

Le suivi de parcelles de crin crin retenues peut être maintenu, afin de voir si de nouvelles infestations de l'insecte (et de l'installation de ses ennemis naturels) seront observées, mais il sera probablement illusoire de vouloir réaliser une analyse statistique classique. La proximité de cultures de patate douce est importante à considérer car une autre espèce d'*Acraea* (*acerata*) est signalée comme ravageur de cette plante en Afrique de l'est, et est présente au Nigeria. Si elle est présente également dans le bas-fond de Zonmon, il pourrait être intéressant d'en connaître les ennemis naturels et voir s'ils sont communs avec ceux d'*A. eponina*. Des Hyménoptères parasitoïdes du genre *Charops* (dominant) sont répertoriés en effet répertoriés sur *A. acerata* et un hyperparasite (Ichneumonidae du genre *Mesochorus*) a même été rapporté⁹.

Au niveau des autres méthodologies d'observation, il a été recommandé à Johanna de placer également des pièges à fosse dans les zones latérales davantage protégées car dans les planches d'aubergine et de crin crin, le sol est relativement nu. On espère capter davantage de Carabidae en zone protégée. Un suivi régulier de ces pièges doit être envisagé avec un relevé dès que possible, selon la fréquence des précipitations. La technique de fauchage sera plus intéressante dans des graminées que sur la patate douce. Les groupes d'insectes intéressants (prédateurs,

⁹ Smit et al., 1997. The sweetpottao butterfly (*Acraea acerata* Hew., Nymphalidae): a review. *International Journal of Pest Management*, 43, 275-278.

parasitoïdes) sont les mêmes que ceux mentionnés dans la première partie (bas-fond Pélébina). Un premier inventaire pourra ainsi être réalisé, en suivant la topographie du transect effectué pour l'analyse pédologique.

Conclusions

Cette mission et la mise en place d'un stage de Master contribuent à renforcer une importante collaboration qui existe depuis quelques années au Bénin entre le CIRAD et AfricaRice. Le développement du thème retenu dans le domaine de l'entomologie, dans le cadre du stage de Master qui va se dérouler au cours du second semestre de 2013, porte sur la caractérisation de la régulation naturelle d'insectes préjudiciables aux céréales, maïs et riz (pas de sorgho observé lors de notre visite).

Des observations complémentaires seront néanmoins effectuées sur d'autres plantes, cultivées ou non, pour mieux identifier les complexes d'ennemis naturels, notamment les espèces polyphages.

L'investissement humain et matériel est important. Les travaux menés en entomologie sont (ou seront prochainement) complétés par des travaux d'autres disciplines. La localisation et le coût modique de location de la maison de Pélébina (25 000 cfa/mois), la possibilité d'accueil d'au moins deux stagiaires à la fois, de stockage d'échantillons, font de cette infrastructure un point focal intéressant à maintenir pour des études longues. Il convient donc, dès maintenant, de prévoir la suite logique à donner au travail commencé en entomologie. Un second stage réalisé de janvier à juillet 2014 serait important à organiser dès la rentrée de septembre pour pouvoir assurer la continuité des observations.

Les méthodes qui vont être progressivement mises au point pour caractériser la régulation naturelle d'au moins les ravageurs du riz, pourraient être appliquées dans un second bas-fond moins diversifié. La question de la mesure d'un indice de diversité de paysage de type 'bas-fond' est posée. Cet indice pourrait être basé sur la surface totale et les pourcentages d'espace occupé par chacune des cultures ou zones non cultivées, leur nombre, répartition spatiale... Robin sera ainsi certainement amené à visiter localement d'autres bas-fond moins diversifiés et à y effectuer quelques observations complémentaires ciblées.

En dehors de la culture de riz, qui apparaît d'ores et déjà attaquée par des foreurs de tiges, le modèle biologique du niébé et de ses ravageurs pourrait se révéler plus intéressant à suivre que celui du maïs. En effet, les attaques de foreurs de gousses se révèlent telles que les producteurs appliquent déjà des insecticides. La réduction de l'usage de ces pesticides est un défi pour les chercheurs, notamment ceux de l'IITA. Afin de suivre l'évolution des cultures et du stage de Robin, je recommande donc la réalisation d'une seconde mission de terrain d'un entomologiste de Carabe, qui pourrait avoir lieu, si possible, fin octobre, début novembre 2013, lorsque le riz sera plus développé.

ANNEXE 1 Rappels sur la thématique 4

(extrait du rapport de mission de 2011)

Approche type 'écologie du paysage' (*Landscape ecology*)

« Par cette approche, fortement étudiée par diverses équipes de l'INRA, en France, on recherche à prendre en considération l'ensemble des populations d'une espèce donnée (ravageur ou ennemi naturel) .../... et à mesurer les paramètres physiques du milieu qui peuvent influencer la répartition et l'abondance de l'espèce. Dans un premier temps, on peut s'intéresser aux éléments de paysage situés à proximité de la parcelle cultivée, comme les haies, la végétation de bordure (voire en son sein, lorsque différentes cultures sont associées sur une même sole).

Dans le cas du riz au Bénin, à l'échelle de la parcelle, l'étude pourrait porter sur les successions culturales qui existent ou les interactions entre cultures voisines : riz et tomate ou autres légumes. Un relevé des pratiques des agriculteurs est une bonne base de départ.

L'observation des Poacées parfois présentes autour des parcelles et le long des canaux, avec l'inventaire des dégâts foliaires visibles et de leurs responsables (et ennemis naturels) serait également une information utile. .../...

On peut ensuite étendre les observations à l'échelle d'un paysage, dont la définition, en termes de superficie, peut dépendre des caractéristiques de déplacements de l'espèce.

Analyser l'influence de l'environnement ou d'aménagements du paysage sur (i) la dynamique des populations de bio agresseurs (migration, courte distance) (ii) la régulation naturelle des ravageurs composantes de la protection intégrée (ennemis naturels) est l'objectif des actions développées dans cette thématique.

Cette approche nécessite un travail de caractérisation de l'environnement à partir de cartes et d'images satellites à haute définition et des études sur le déplacement des insectes.../... De plus, l'analyse des pratiques culturales constitue une 'couche' supplémentaire d'analyses, car la destruction d'un milieu favorable ou la recomposition paysagère annuelle, au gré des récoltes, entraîne des déplacements d'insectes ».

ANNEXE 2 Déroulement de la mission

Vendredi 12 juillet 2013 : voyage Montpellier-Cotonou, arrivée 20h00.

Samedi 13 juillet (Cotonou): acquisition du matériel de communication (téléphone portable, clé 3G Moove 6 Go, pour accès internet) et de protection anti-paludéenne (médicament, moustiquaire imprégnée à la deltaméthrine).

Dimanche 14 juillet (Cotonou) : entretien avec Johanna Goossens, ingénieure agronome école Hépia (stagiaire AfricaRice, basée à Zonmon), Séverin Tchibozo (Directeur Centre de Recherche pour la Gestion de la Biodiversité-CRGB).

Lundi 15 juillet 2013 (Cotonou) : journée à IITA et AfricaRice : entretiens avec Georg Georgen (IITA, responsable des collections), Marco Wopereis (AfricaRice, Directeur général adjoint, Directeur de la recherche pour le développement), Abou Togola (AfricaRice, entomologiste), Jean-François Vayssières (CIRAD, entomologiste), Marie-Noëlle Ndjondjop (Africarice, généticienne moléculaire, Team Leader Thème 1, GRISP, Directrice de l'unité de biotechnologie), Pascal Marnotte (malherbologue, Ambassade de France, SCAC, basé à l'INRAB). Fin de l'organisation de la mission et aspects administratifs pour Robin et Johanna.

Mardi 16 juillet : Départ avec véhicule de AfricaRice pour Zonmon (arrêt pour déposer Johanna), rencontre de Cyrille Adda (intrônisé Roi de Paouignan depuis le 14 juillet, AfricaRice, entomologiste, chercheur associé) puis voyage jusqu'à Djougou. Arrêt à Pélébina pour première visite maison retenue par Ph. Menozzi et C. Adda, rencontre Djibril Sama (assistant désigné de Robin Drieu) et Issifou Lafia (chef du bas-fond).

Mercredi 17 juillet (deux aller et retour Djougou-Pélébina): Achat d'une moto, de 2 casques, assurance, achat d'équipement pour la maison, rencontre du représentant du propriétaire, signature du bail et règlement du loyer dans son entièreté, consignes laissées à un menuisier, rencontre du chef de bas-fond pour convocation d'une assemblée générale, passage à l'Université de Djougou (bureaux et université).

Jeudi 18 juillet : 1. Pélébina : rencontre avec les autorités coutumières, le chef de village Sidi Biaou. Rendez vous est pris pour vendredi 18h00 (avant la rupture de jeûne de la fête de Ramadan) pour présenter Robin Drieu et le travail qui sera effectué. 2. Djougou : poursuite des achats pour l'installation dans la maison louée (vide) à Pélébina.

Vendredi 19 juillet : Pélébina, rencontre menuisier (étagères, lit). Première grande réunion avec les notables du village de Pélébina en vue d'introduire officiellement Robin Drieu dans le milieu. Instant de convivialité avec les producteurs du bas-fond.

Samedi 20 et dimanche 21 juillet: Visites du bas-fond de Pélébina (Kounga).

Lundi 22 juillet : Voyage Djougou - Cové. Nuit à Hôtel TG.

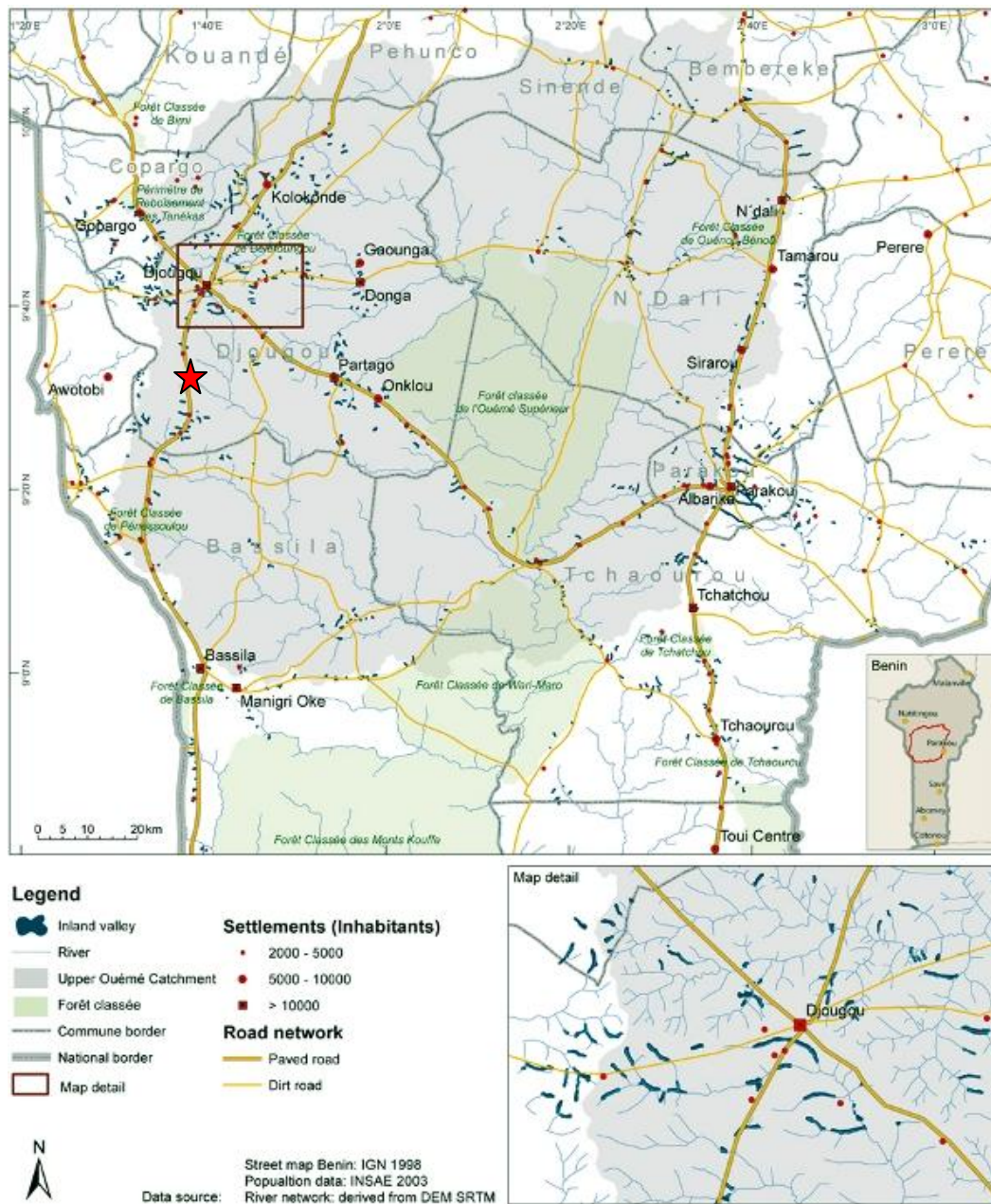
Mardi 23 juillet : Matin: visite du bas-fond de Zonmon avec Johanna Goossens. Rencontre du chef de village, Zaccharie Houssou. Explications données sur la mise en place et le suivi des pièges à phéromones à l'observateur Candide Vihouedelly.

Mercredi 24 juillet : 9h00 : passage à AfricaRice, rencontres avec Cyrille Adda, Abou Togola, Jean-François Vayssières (CIRAD), Antonio Sinzogan et Appolinaire Adandonon (rencontrés avec JFV), Émile Padonou (étudiant en DEA ressources phytogénétiques et protection des cultures, G. Goergen (IITA) revue des collections et documentation.

22h40 : départ pour Paris.

Jeudi 25 juillet : Arrivée Montpellier.

ANNEXE 3 Localisation du bas-fond de Pélébina (★)



(Source: Giertz *et al.*, 2012. Use and constraints on the use of inland valley ecosystems in central Benin: results from an inland valley survey. *Erdkunde*, 66, 239-253).